

Requested Patent: JP11206049A

Title: PERMANENT MAGNET MOTOR ;

Abstracted Patent: JP11206049 ;

Publication Date: 1999-07-30 ;

Inventor(s):

NARITA KENJI; SUZUKI TAKASHI; OKUDERA HIROYUKI; KAWAI YUJI; SOMA YUJI;  
KASAI KOJI; FUKUDA YOSHIFUMI ;

Applicant(s): FUJITSU GENERAL LTD ;

Application Number: JP19980288327 19981009 ;

Priority Number(s): JP19980288327 19981009; JP19970309660 19971024 ;

IPC Classification: H02K1/27; H02K15/03; H02K29/00 ;

Equivalents:

AU760209B, AU8942698, CN1132292C, CN1215942, EP0930691, TW417351B,  
US5962944 ;

#### ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a permanent magnet motor having proper performance and size fitting in matching with the application. **SOLUTION:** This permanent magnet motor, in which a rotor core of which magnetic pole is formed of a permanent magnet is arranged in a stator core to generate a rotating magnetic field, integrally joints coaxially a first core member 2 and a second core member 14 to form a rotor core 10 and embeds a first permanent magnet 11 having a predetermined cross-sectional shape to the first core member 12 for each magnetic pole. Moreover, the second core member embeds, for each magnetic pole, the second permanent magnet 12 of which material and cross-sectional shape are different from those of the first permanent magnets 11.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-206049

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H02K 1/27

識別記号

501

F I

H02K 1/27

501A

501K

501M

15/03

15/03

A

29/00

29/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数16 OL (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平10-288327

(22) 出願日 平成10年(1998)10月9日

(31) 優先権主張番号 特願平9-309660

(32) 優先日 平9(1997)10月24日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006611

株式会社富士通ゼネラル

神奈川県川崎市高津区末長1116番地

(72) 発明者 成田 憲治

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 鈴木 孝史

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内

(72) 発明者 奥寺 浩之

神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内

(74) 代理人 弁理士 大原 拓也

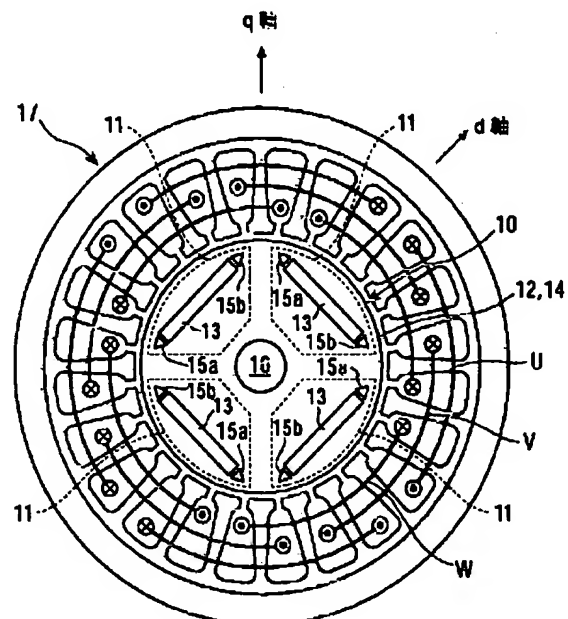
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石電動機

(57) 【要約】

【課題】 用途に見合った適正な性能および大きさの永久磁石電動機を得る。

【解決手段】 各磁極が永久磁石により構成されたロータコアを回転磁界を発生するステータコア内に配置した永久磁石電動機において、第1コアメンバー12と第2コアメンバー14とを同軸的に一体に接合してロータコア10を作製し、第1コアメンバー12内に各磁極ごとに所定の断面形状を有する第1永久磁石11を埋設するとともに、第2コアメンバー内には、磁石材料および断面形状がともに第1永久磁石11と異なる第2永久磁石12を各磁極ごとに埋設する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 各磁極が永久磁石により構成されたロータコアを回転磁界を発生するステータコア内に配置した永久磁石電動機において、上記ロータコアは、その回転中心軸に対して同軸的に一体に接合された第1コアメンバーおよび第2コアメンバーを含み、上記第1コアメンバー内には、上記各磁極ごとに所定の断面形状を有する第1永久磁石が埋設されているとともに、上記第2コアメンバー内には、磁石材料および断面形状がともに上記第1永久磁石と異なる第2永久磁石が上記各磁極ごとに埋設されていることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項2】 各磁極が永久磁石により構成されたロータコアを回転磁界を発生するステータコア内に配置した永久磁石電動機において、上記ロータコアは、その回転中心軸に対して同軸的に一体に接合された第1コアメンバーおよび第2コアメンバーを含み、上記第1コアメンバー内には、上記各磁極ごとに所定の断面形状を有する第1永久磁石が埋設されているとともに、上記第2コアメンバー内には、磁石材料および断面形状がともに上記第1永久磁石と異なる第2永久磁石が上記各磁極ごとに埋設されており、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石が上記第1永久磁石の断面形状の投影面積内に配置されていることを特徴とする永久磁石電動機。

【請求項3】 上記第1永久磁石が断面扇状であり、上記第2永久磁石が断面矩形形状として上記ロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの外周縁側に配置されているとともに、上記第2永久磁石の両端に一对のフラックスバリア孔が形成され、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石および上記フラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面扇状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項4】 上記第1永久磁石が断面扇状であり、上記第2永久磁石が断面矩形形状として上記ロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの内周縁側に配置されているとともに、上記第2永久磁石の両端には上記ロータコアの直径線に沿って同ロータコアの外周縁側に向けてスリット状に延びる一对のフラックスバリア孔が形成され、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石および上記フラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面扇状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項5】 上記第1永久磁石が断面扇状であり、上記第2永久磁石が断面矩形形状の2つの第2磁石片からなり、この2つの第2磁石片の各一端側が上記ロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されているとともに、上記各第2磁石片の他端側にはフラックスバリア孔がそれぞれ形成されており、上記第

2コアメンバー内において、上記第2永久磁石の2つの第2磁石片および上記フラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面扇状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項6】 上記第1永久磁石が上記磁極の境界線に沿って配置された断面矩形形状の2つの第1磁石片からなり、この2つの第1磁石片のコア内径側端部間に第1フラックスバリア孔が形成され、また、上記第2永久磁石も上記磁極の境界線に沿って配置された断面矩形形状の2つの第2磁石片からなり、この2つの第2磁石片のコア内径側端部間に第2フラックスバリア孔が形成され、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石の2つの第2磁石片および第2フラックスバリア孔が上記第1永久磁石の2つの第1磁石片および第1フラックスバリア孔の各投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項7】 上記第1永久磁石が断面円弧状であって、その凸面側が上記ロータコアの中心側に向けて配置されており、上記第2永久磁石が断面矩形形状の2つの第2磁石片からなり、この2つの第2磁石片の各一端側が上記ロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されているとともに、上記各第2磁石片の他端側にはフラックスバリア孔がそれぞれ形成されており、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石の2つの第2磁石片および上記フラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項8】 上記第1永久磁石が断面円弧状であって、その凸面側が上記ロータコアの中心側に向けて配置されており、上記第2永久磁石が断面矩形形状として上記ロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの外周縁側に配置されているとともに、上記第2永久磁石の両端に一对のフラックスバリア孔が形成され、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石および上記フラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項9】 上記第1永久磁石が断面円弧状であって、その凸面側が上記ロータコアの中心側に向けて配置されており、上記第2永久磁石が断面矩形形状として上記ロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの内周縁側に配置されているとともに、上記第2永久磁石の両端には上記ロータコアの直径線に沿って同ロータコアの外周縁側に向けてスリット状に延びる一对のフラックスバリア孔が形成され、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石および上記フラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項10】 上記第1永久磁石が断面円弧状であって、その凸面側が上記ロータコアの外周縁に沿って配置されており、上記第2永久磁石が断面矩形状として上記ロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの外周縁側に配置されているとともに、上記第2永久磁石の両端に一对のフラックスバリア孔が形成され、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石および上記フラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項11】 上記第1永久磁石が断面扇状であり、上記第2永久磁石が上記磁極の境界線に沿って配置された断面矩形状の2つの第2磁石片からなるとともに、この2つの第2磁石片のコア内径側端部間にフラックスバリア孔が形成され、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石の2つの第2磁石片およびフラックスバリア孔がともに、上記第1永久磁石の断面扇状の投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項12】 上記第1永久磁石が上記磁極の境界線に沿って配置された断面矩形状の2つの第1磁石片からなるとともに、この2つの第1磁石片のコア内径側端部間にフラックスバリア孔が形成され、上記第2永久磁石が断面矩形状の2つの第2磁石片からなり、この2つの第2磁石片の各一端側が上記ロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されており、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石の2つの第2磁石片が上記第1永久磁石の2つの第1磁石片の各投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項13】 上記第1永久磁石が断面矩形状の2つの第1磁石片からなり、この2つの第1磁石片の各一端側が上記ロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されているとともに、この2つの第1磁石片のコア内径側端部間にフラックスバリア孔が形成され、また、上記第2永久磁石も断面矩形状の2つの第2磁石片からなり、この2つの第2磁石片の各一端側が上記ロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されており、上記第2コアメンバー内において、上記第2永久磁石の2つの第2磁石片が上記第1永久磁石の2つの第1磁石片の各投影面積内に配置されていることを特徴とする請求項2に記載の永久磁石電動機。

【請求項14】 上記第1コアメンバーの第1永久磁石がフェライト磁石からなり、上記第2コアメンバーの第2永久磁石が希土類磁石からなることを特徴とする請求項1または2に記載の永久磁石電動機。

【請求項15】 上記第1および第2コアメンバーはともに、プレスにて打ち抜かれた永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を有する電磁鋼板の積層体からなり、

上記第1コアメンバー用電磁鋼板においては、その永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔が、上記第2コアメンバーの永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を被せるように打ち抜かれていることを特徴とする請求項1または2に記載の永久磁石電動機。

【請求項16】 請求項1または2のロータコアを有するブラシレスDCモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ブラシレスDCモータなどのロータに永久磁石を有する電動機に係り、さらに詳しく言えば、性能およびサイズや製造コストを用途に見合った合理的なものにすることができるようにした、例えば空気調和機のコンプレッサなどの駆動源として好適な電動機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ブラシレスDCモータなどの電動機においては、そのインナーロータのコアに永久磁石が埋設されており、図23および図24にはその一例が示されている。なお、これらの図は、電動機の内部をその回転軸線と直交する面から見た平面図である。

【0003】まず、図23の例において、ロータコア2は界磁が回転する例えば24スロットのステータコア1内に配置されている。この例における電動機の極数は4極であり、したがって、ロータコア2には、その極数分に応じて4つの永久磁石3が設けられている。

【0004】各永久磁石3は断面が矩形の帯板状に形成されており、ロータコア2の外周縁側において、同ロータコア2の直径線と直交する方向に沿ってN極とS極の各一对が対向的に配置されている。なお、各永久磁石3は図23の紙面に対して直交する方向に沿ってロータコア2内に埋設されている。

【0005】各永久磁石3の間には、隣接する永久磁石間における磁束の短絡や漏洩を防止するためのフラックスバリアとしての孔4が形成されている。この例では、孔4は三角形の孔として示されており、各永久磁石3の両端に配置されている。また、ロータコア2の中心には、図示しない回転軸が挿通される中心孔5が設けられている。

【0006】ここで、永久磁石3による空隙部（ステータコア1の歯と永久磁石3との間）の磁束分布が正弦波状になっているものとする、この電動機のトルクTは、 $T = P_n \{ \Phi_a \cdot I_a \cdot \cos \beta - 0.5 (L_d - L_q) \cdot I^2 \cdot \sin 2\beta \}$ で表される。なお、 $\Phi_a$ はd、q座標軸上の永久磁石3による電機子鎖交磁束、 $L_d$ 、 $L_q$ はd、q軸インダクタンス、 $I_a$ はd、q座標軸上の電機子電流の振幅、 $\beta$ はd、q座標軸上の電機子電流Iのq軸からの進み角、 $P_n$ は極対数である。

【0007】上記の式において、第1項は永久磁石3によるマグネットトルクであり、第2項はd軸インダクタ

ンスとq軸インダクタンスとの差によって生じるリラクタンストルクである。詳しくは、T. IEE Japan, Vol. 117-D, No8, 1997の論文を参照されたい。

【0008】もう一つの従来例である図24のロータコア2においては、断面円弧状の永久磁石6が用いられているが、そのトルクTは同じく上記の演算式により求めることができる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ロータコアにはその磁極数分の永久磁石が埋設されるが、従来においては、そのほとんどが1種類の永久磁石、例えばフェライト磁石もしくは希土類磁石のいずれか一方を用いている。このため、設計の自由度が狭く、トルクや効率などの性能および大きさが画一的になりがちであり、また、製造コストも使用する永久磁石材料によってほぼ一義的に決まってしまう。

【0010】例えば、図22に示すロータコア2の磁極としての永久磁石3を希土類磁石とした場合には、サイズは小さく、しかも性能も良好であるが、コストが高くなってしまう。一方、図23に示すロータコア2の磁極となる永久磁石6をフェライト磁石とした場合には、コスト的には安価であるが、希土類磁石に匹敵する性能を得ようとする、ロータコア2の径を大きくしなければならない。

【0011】すなわち、フェライト磁石は安価であり、成形の容易性により種々形状の永久磁石を得ることが可能であるが、磁束密度が小さいため、ロータコアの小型化が難しい。これに対して、希土類磁石は、磁束密度が高いため、ロータコアの小型化が容易であるが、成形の困難性により永久磁石の形状が限られる。また、希土類磁石はフェライト磁石に比べて高価である。

【0012】このように、従来においては、ロータコアの磁極に1種類の永久磁石を用いているため、性能、大きさおよびコストの選択幅が狭く、用途に見合った合理的な電動機を得ることが困難であった。

【0013】本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、その目的は、用途に見合った適正な性能および大きさを有し、しかもコスト的にも合理的である永久磁石電動機を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、この目的は、各磁極が永久磁石により構成されたロータコアを回転磁界を発生するステータコア内に配置した永久磁石電動機において、上記ロータコアは、その回転中心軸に対して同軸的に一体に接合された第1コアメンバーおよび第2コアメンバーを含み、上記第1コアメンバー内に、上記各磁極ごとに所定の断面形状を有する第1永久磁石を埋設するとともに、上記第2コアメンバー内に、磁石材料および断面形状がともに上記第1永久磁石と異

なる第2永久磁石を上記各磁極ごとに埋設することによって達成される。

【0015】例えば、第1永久磁石にフェライト磁石を用い、第2永久磁石に希土類磁石を用いることにより、その性能を各磁極をフェライト磁石のみで構成した場合と各磁極を希土類磁石のみで構成した場合の中間的な性能とすることができる。この場合において、ロータコアに対する第1コアメンバーと第2コアメンバーの構成比率を変えることにより、永久磁石電動機として、性能やサイズ、それにコストも用途により適したものが得られる。

【0016】また、本発明において、第1コアメンバーと第2コアメンバーは、その各一端側の端面を緊密に接触させて同軸的に接合されるが、第2コアメンバー側の第2永久磁石は、第1コアメンバー側から見て同第1コアメンバーに埋設されている第1永久磁石の断面形状の投影面積内に配置されることが好ましく、この点も本発明の特徴の一つである。これによれば、第1コアメンバーと第2コアメンバーの接触面において、第1および第2永久磁石が、互いに相手方のフラックスバリアとして作用することになる。

【0017】本発明には、次のようないくつもの態様が含まれる。

【0018】まず、第1の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石を断面扇状とする。第2コアメンバー側においては、第2永久磁石を断面矩形状としてロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの外周縁側に配置するとともに、第2永久磁石の両端に一对のフラックスバリア孔を形成し、この第2永久磁石およびフラックスバリア孔をとともに、第1永久磁石の断面扇状の投影面積内に配置する。これによれば、第2コアメンバーに対して、ステータコアからの磁束が入りやすくなり、リラクタンストルクを大きくすることができる。また、フラックスバリア孔により、磁束の短絡や漏洩を防止することができる。

【0019】この第1の態様を変形して、第2永久磁石をロータコアの内周縁側に配置するとともに、この第2永久磁石の両端にロータコアの直径線に沿って同ロータコアの外周縁側に向けてスリット状に延びる一对のフラックスバリア孔を形成としてもよい(第2の態様)。

【0020】第3の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石を断面扇状とする。第2コアメンバー側においては、第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片の各一端側をロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置するとともに、各第2磁石片の他端側にフラックスバリア孔をそれぞれ形成し、これら2つの第2磁石片およびフラックスバリア孔をとともに、第1永久磁石の断面扇状の投影面積内に配置する。これによれば、第2永久磁石としての2つの第2磁石片がステータ

タコアからの磁束の磁路曲線に沿って配置されているため、その磁路の磁気抵抗を小さくすることができ、これによりリラクタンストルクが大きくなる。

【0021】第4の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石として断面矩形状の2つの第1磁石片を用い、この2つの第1磁石片を磁極の境界線に沿って配置するとともに、この2つの第1磁石片のコア内径側端部間に第1フラックスバリア孔を形成する。また、第2コアメンバー側においても、第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片を磁極の境界線に沿って配置するとともに、この2つの第2磁石片のコア内径側端部間に第2フラックスバリア孔を形成し、これらの2つの第2磁石片および第2フラックスバリア孔を第1永久磁石の2つの第1磁石片および第1フラックスバリア孔の各投影面積内に配置する。これによれば、第1および第2コアメンバーの双方に対して、ステータコアからの磁束が入り込みやすく、第3の態様と同じく、ステータコアから入り込む磁束に対する磁気抵抗を小さくすることができ、これによりリラクタンストルクが大きくなる。

【0022】第5の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石を断面円弧状とし、その凸面側をロータコアの中心側に向けて配置する。第2コアメンバー側においては、第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片の各一端側をロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置するとともに、各第2磁石片の他端側にフラックスバリア孔をそれぞれ形成し、これらの2つの第2磁石片およびフラックスバリア孔をとともに、第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置する。これにより、上記の各態様と同じく、ステータコアから入り込む磁束に対する磁気抵抗を小さくして、リラクタンストルクを大きくすることができる。

【0023】このような作用効果は、以下に説明する第6ないし第11の態様によっても得ることができる。

【0024】すなわち、第6の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石を断面円弧状とし、その凸面側をロータコアの中心側に向けて配置する。第2コアメンバー側においては、第2永久磁石を断面矩形状としてロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの外周縁側に配置するとともに、この第2永久磁石の両端に一对のフラックスバリア孔を形成し、第2永久磁石およびフラックスバリア孔をとともに、第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置するようにしてもよい。

【0025】第7の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石を断面円弧状とし、その凸面側をロータコアの中心側に向けて配置する。第2コアメンバー側においては、第2永久磁石を断面矩形状としてロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコア

の内周縁側に配置するとともに、第2永久磁石の両端にロータコアの直径線に沿って同ロータコアの外周縁側に向けてスリット状に延びる一对のフラックスバリア孔を形成し、第2永久磁石および上記フラックスバリア孔をとともに、第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置するようにしてもよい。

【0026】第8の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石を断面円弧状とし、その凸面側をロータコアの外周縁に沿って配置する。第2コアメンバー側においては、第2永久磁石を断面矩形状としてロータコアの直径線と直交する方向に沿って同ロータコアの外周縁側に配置するとともに、この第2永久磁石の両端に一对のフラックスバリア孔を形成し、第2永久磁石およびフラックスバリア孔をとともに、第1永久磁石の断面円弧状の投影面積内に配置するようにしてもよい。

【0027】第9の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石を断面扇状とする。第2コアメンバー側においては、第2永久磁石を磁極の境界線に沿って配置された断面矩形状の2つの第2磁石片により構成するとともに、この2つの第2磁石片のコア内径側端部間にフラックスバリア孔を形成し、これら2つの第2磁石片およびフラックスバリア孔をとともに、第1永久磁石の断面扇状の投影面積内に配置するようにしてもよい。

【0028】また、第10の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石として断面矩形状の2つの第1磁石片を用い、この2つの第1磁石片を磁極の境界線に沿って配置するとともに、この2つの第1磁石片のコア内径側端部間にフラックスバリア孔を形成する。第2コアメンバー側においても、第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片の各一端側をロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置し、これら2つの第2磁石片を第1永久磁石の2つの第1磁石片の各投影面積内に配置するようにしてもよい。

【0029】さらに、第11の態様として、第1コアメンバー側においては、第1永久磁石として断面矩形状の2つの第1磁石片を用い、この2つの第1磁石片の各一端側をロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置するとともに、この2つの第1磁石片のコア内径側端部間にフラックスバリア孔を形成し、また、第2コアメンバー側においても、第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片の各一端側をロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置し、これら2つの第2磁石片を第1永久磁石の2つの第1磁石片の各投影面積内に配置するようにしてもよい。

【0030】本発明において使用する磁石材料としては、第1コアメンバーの第1永久磁石がフェライト磁石であり、第2コアメンバーの第2永久磁石が希土類磁石

であることが好ましい。フェライト磁石および希土類磁石とともに、入手が容易であり、本発明の永久磁石電動機を容易に実現することができる。

【0031】本発明において、第1および第2コアメンバーはともに、プレスにて打ち抜かれた永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を有する電磁鋼板の積層体からなるが、第1コアメンバー用電磁鋼板においては、その永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔が、第2コアメンバーの永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を被せるように打ち抜かれていることが好ましい。

【0032】すなわち、第2コアメンバー側の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔は、第1コアメンバー側の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔の投影面積内に配置されており、第2コアメンバー側の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔は、第1コアメンバー側の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔よりも寸法的に小さい。

【0033】したがって、ロータコアの製造に際しては、まず、ロータコアを構成するすべてのコア材（電磁鋼板）を対象として、第2コアメンバー用の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を打ち抜き、しかる後、第1コアメンバー用の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔については、その第1コアメンバーに必要とされる枚数分のコア材に対して、先に形成した第2コアメンバーの永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を被せるように打ち抜けばよい。これによれば、さほどコスト負担を招くことなく、能率的に電磁鋼板からなるコア積層体が得られることになる。なお、その後このコア積層体に永久磁石材料が埋設され、着磁が施される。

【0034】本発明は、空気調和機のコンプレッサ駆動用として用いられるブラシレスDCモータに好適であり、これによれば空気調和機の性能アップが図れる。

【0035】

【発明の実施の形態】次に、本発明を図面に示されている実施例により説明する。

【0036】まず、図1ないし図4を参照して、本発明による永久磁石電動機の第1実施例について説明する。この永久磁石電動機は、回転磁界を発生するステータコア17と、このステータコア17内に回転可能に設けられたロータコア10とを備えている。この実施例において、ステータコア17は24のスロットを有し、三相（U相、V相およびW相）の電機子巻線が施されている。この場合、外径側の巻線がU相、内径側の巻線がW相、その中間に位置する巻線がV相とされているが、スロット数および電機子巻線の形態は任意であってよい。

【0037】図2の断面図に示されているように、ロータコア10は、第1永久磁石12が埋設された第1コアメンバー12と、第2永久磁石13が埋設された第2コアメンバー14とを同軸的に一体に接合することにより構成されている。なお、ロータコア10の回転中心に

は、図示しない回転軸を挿通するための中心孔16が穿設されている。この実施例において、第1永久磁石12はフェライト磁石からなり、第2永久磁石13には希土類磁石が用いられている。

【0038】図3に示されているように、第1永久磁石11は断面扇状に形成され、第1コアメンバー12内に、このモータの極数（この例では4極）に応じて円周方向に沿って等間隔に埋設されている。このように、第1永久磁石11は断面扇状であるため、第1コアメンバー12における磁石の占有率が極めて高くなっている。

【0039】これに対して、図4に示されているように、第2永久磁石13は断面矩形状、すなわち所定の板厚を有する帯板状であり、第2コアメンバー14内に第1永久磁石11と同じく、モータの極数に応じて均等な間隔をもって埋設されている。このように、第2永久磁石13は帯板状であるため、第2コアメンバー14における磁石の占有率が第1コアメンバー12に比べて小さくなっている。

【0040】各第2永久磁石13は、第2コアメンバー14の外周縁側寄りの位置において、同第2コアメンバー14の直径線と直交する方向に沿って配置されている。

【0041】第1コアメンバー12と第2コアメンバー14とを同軸的に接合するにあたって、第1永久磁石11と第2永久磁石13は、その同じ磁極同士がそれぞれ対応するように位置合わせされるが、この場合、第1コアメンバー12側から見て、第2コアメンバー14側の第2永久磁石13は、第1コアメンバー12に埋設されている第1永久磁石11の投影面積内に配置されている。すなわち、図1において、第1永久磁石11は鎖線で示され、第2永久磁石13はその鎖線内に実線で示されているように、第2永久磁石13は第1永久磁石11の断面形状に含まれるように配置されている。

【0042】また、各第2永久磁石13の両端側には、磁束の短絡および磁束の漏洩を防止するためのフラックスバリア孔15a、15bが一对として形成されている。このフラックスバリア孔15a、15bもまた第1永久磁石11の投影面積内に形成されることが好ましい。

【0043】このロータコア10を観察すると、第1コアメンバー12においては、第1永久磁石11が安価で磁束密度の低いフェライト磁石であっても、その形状が断面扇状で第1コアメンバー12に対する磁石占有率が高いことから、マグネットトルクをある程度大きくすることができるが、他方において、その高い磁石占有率によりq軸インダクタンスおよびd軸インダクタンスが小さい値となるため、リラクストルクが小さくなる。

【0044】これに対して、第2コアメンバー14においては、第2永久磁石13が高価で磁束密度の高い希土類磁石であることから、マグネットトルクが大きく、ま



た、第2コアメンバー14に対する磁石占有率が低く、図4の実線矢印で示す磁路の磁気抵抗が小さいため、ステータコア17からの磁束が内部に入り込み易くなり、d軸とq軸のインダクタンス差( $L_q - L_d$ )が大きくなり、リラクタンストルクが大きくなる。

【0045】したがって、ロータコア10において、例えば第1コアメンバー12の比率を相対的に増やすと、性能(トルク、効率)が低下するが、コストが大幅に低減する。すなわち、安価なフェライト磁石の第1永久磁石11の使用量が増え、その反面、希土類磁石の第2永久磁石13の量が減るからである。ちなみに、希土類磁石はフェライト磁石よりも20倍程度高価である。

【0046】これとは反対に、第2コアメンバー14の比率を相対的に増やすと、性能的には向上するが、コストがかなり高くなる。なお、この永久磁石電動機の用途によっては、第1コアメンバー12および第2コアメンバー14をともに増やし、もしくは逆にそれらのコアメンバーをともに減らすようにしてもよい。

【0047】このように、ロータコア10に対する第1コアメンバー12と第2コアメンバー14の占める比率を選択することにより、所望の性能、サイズおよびコストのモータを得ることができる。すなわち、モータ設計の自由度(選択の幅)が大きくなる。

【0048】また、第1永久磁石11の断面形状を第2永久磁石13の断面形状よりも大きくしているため、第1コアメンバー12と第2コアメンバー14との接触面において、第1永久磁石11と第2永久磁石13とが、互いに相手方の永久磁石のフラックスバリアの機能(磁束の短絡、漏洩防止機能)を果たすことになる。すなわち、第1永久磁石11を埋設している孔が第2永久磁石13のフラックスバリアの機能を発揮し、第2永久磁石13を埋設している孔が第1永久磁石11のフラックスバリアの機能を発揮する。

【0049】このロータコア10の製造においては、自動プレス機械でコアプレス金型により電磁鋼板からコア材を打ち抜き、そのコア材を金型内で所定枚数積層した後、リベットを挿通してかしめる自動コア積層方式が採用されている。

【0050】このプレス加工工程で、第1コアメンバー12用のコア材と第2コアメンバー14用のコア材とを、あらかじめ別々に所定枚数分打ち抜いてもよいが、本発明では、まず、ロータコア10を構成するのに必要なすべてのコア材を第2コアメンバー14用として打ち抜く。すなわち、すべてのコア材に第2永久磁石13を埋設するための孔とフラックスバリア孔15a、15bとを形成する。しかる後、そのコア材の中から第1コアメンバー12に必要なとされる枚数分のコア材を取り出し、これについて第1永久磁石11を埋設するための孔を打ち抜くようにしている。この場合、第1永久磁石11の埋設孔は、先に形成した第2コアメンバー14用の

磁石埋設孔およびフラックスバリア孔15a、15bを被せるように打ち抜かれ、したがって、第1コアメンバー12用のコア材には第1永久磁石11の埋設孔のみが形成されることになる。

【0051】上記のようにして、第1コアメンバー12と第2コアメンバー14とを一体に組み立てた後、第1コアメンバー12に第1永久磁石11としてのフェライト磁石を埋設し、第2コアメンバー14には第2永久磁石13としての希土類磁石を埋設してそれぞれ着磁することによりロータコア10が得られる。なお、各永久磁石11、13を着磁した後、コア内に埋設するようにしてもよい。

【0052】このように、本発明によれば、新たに設備を導入する必要がなく、既存の装置を利用してロータコア10を製造することができるため、コスト負担が増えることもない。

【0053】また、このロータコア10を空気調和機の圧縮機用モータとしてのブラシレスDCモータに適用することにより、コストアップを伴うことなく、空気調和機の性能アップ(運転効率の上昇、振動や騒音の低下)を図ることができる。

【0054】次に、図5ないし図7に示されている第2実施例について説明する。この第2実施例では、第2コアメンバー14内に埋設される第2永久磁石18が上記第1実施例のものと変更されており、その他の構成は第1実施例と同じである。

【0055】この第2実施例においても、第2コアメンバー14内に埋設される第2永久磁石18は断面矩形状の希土類磁石からなるが、この場合、第2永久磁石18は第2コアメンバー14の内周縁側において、同第2コアメンバー14の直径線と直交する方向に沿って配置されている。

【0056】この第2永久磁石18は、第1コアメンバー12に埋設されている第1永久磁石11の断面扇状の投影面積内に入るように、第1実施例の第2永久磁石13よりも幅が狭くされている。

【0057】また、この第2実施例によると、第2永久磁石18の両端部には、磁極の境界に沿ってコア外周縁側に延びるスリット状のフラックスバリア孔20a、20bが形成されている。このフラックスバリア孔20a、20bは、できるだけコア外周縁近くまで延ばすことが好ましいが、このフラックスバリア孔20a、20bもまた、第1コアメンバー12に埋設されている第1永久磁石11の断面扇状の投影面積内からはみ出さないように、その長さが決められている。

【0058】このように、第1実施例に比べて、第2永久磁石18の使用量および位置を異ならせることにより、磁束密度(マグネットトルク)および磁路の磁気抵抗(リラクタンストルク)やコストが異なったロータコアを得ることができる。



【0059】また、図8ないし図10に示されている第3実施例では、第2コアメンバー14内に第2永久磁石として、一つの磁極あたり2つの磁石片21a、21bが埋設されている。なお、この第3実施例において、ステータコア17および第1コアメンバー12などのその他の構成は上記第1実施例と同じである。

【0060】磁石片21a、21bはともに、断面矩形状の希土類磁石からなり、それらの各一端側がロータコア10の中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されている。すなわち、各磁石片21a、21bは、それらの交差角が鈍角となるように、d軸に対して線対称的に配置されている。

【0061】磁石片21a、21bのコア外周縁側に位置する各他端側には、フラックスバリア孔23a、23bがそれぞれ形成されている。なお、このフラックスバリア孔23a、23bは、磁石片21a、21b用の埋設孔と一体に形成されてよい。

【0062】この場合、磁石片21a、21bおよびフラックスバリア孔23a、23bは、先の第1および第2実施例と同様に、第1コアメンバー12に埋設されている第1永久磁石11の断面扇状の投影面積内に配置されている。

【0063】この第3実施例においては、第2永久磁石として2つの磁石片21a、21bを用い、その希土類磁石の使用量が多いことから、大きなマグネットトルクが得られる。また、図10に示されているように、磁石片21a、21bが磁路に沿って配置されているため、その磁路の磁気抵抗を最小として、リラクタンストルクを最大限に大きくすることができる。したがって、上記第1および第2実施例よりも、高トルクで、高効率のモータを得ることができる。

【0064】次に、図11ないし図13を参照しながら、第4実施例について説明する。この第4実施例では、第1コアメンバー12の第1永久磁石および第2コアメンバー14の第2永久磁石をともに変更している。なお、この第4実施例の全体的な構成が示されている図11において、ステータコア17については、上記各実施例と同じである。

【0065】図12によく示されているように、第1コアメンバー12に埋設される第1永久磁石として、一つの磁極あたり2つの第1磁石片24a、24bが用いられている。この第1磁石片24a、24bはともに、断面矩形で所定の板厚を有する帯板状のフェライト磁石からなる。

【0066】この第1磁石片24a、24bは磁極の境界線に沿って配置されており、そのコア内径側端部間には、第1フラックスバリア孔26が形成されている。この第1フラックスバリア孔26はできるだけコア内径側に近い方が好ましい。

【0067】また、図13に示されているように、第2

コアメンバー14に埋設される第2永久磁石にも、一つの磁極あたり2つの第2磁石片27a、27bが用いられている。この第2磁石片27a、27bはともに、断面矩形で所定の板厚を有する帯板状の希土類磁石からなる。第2磁石片27a、27bも第1磁石片24a、24bと同様に、磁極の境界線に沿って配置されており、そのコア内径側端部間には、第2フラックスバリア孔29が形成されている。

【0068】この場合、第2磁石片27a、27bの板厚は、第1磁石片24a、24bよりも薄くされている。また、第2フラックスバリア孔29も、その長さおよび幅が第1フラックスバリア孔26よりも実質的に小さくされている。すなわち、第2磁石片27a、27bおよび第2フラックスバリア孔29は、第1磁石片24a、24bおよび第1フラックスバリア孔26の各投影面積内に含まれるように配置されている。

【0069】次に、図14ないし図16に示されている第5実施例について説明する。なお、この第5実施例の全体的な構成が示されている図14において、ステータコア17については、上記各実施例と同じである。

【0070】この第5実施例において、第1コアメンバー12内に埋設される第1永久磁石30はフェライト磁石からなるが、この第1永久磁石30は断面円弧状とされている。図15に示されているように、この第1永久磁石30は各磁極ごとに一つとして割り当てられるが、この場合、第1永久磁石30はその凸面側がコアの中心側に向けて配置されている。

【0071】これに対して、図16に示されているように、第2コアメンバー14側においては、上記第3実施例と同じく、第2永久磁石として、一つの磁極あたり2つの磁石片32a、32bが用いられている。

【0072】すなわち、磁石片32a、32bはともに、断面矩形状の希土類磁石からなり、それらの各一端側がロータコア10の中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されている。換言すれば、各磁石片21a、21bは、それらの交差角が鈍角となるように、d軸に対して線対称的に配置されている。

【0073】磁石片32a、32bのコア外周縁側に位置する各他端側には、フラックスバリア孔34a、34bがそれぞれ形成されている。磁石片32a、32bおよびフラックスバリア孔34a、34bは、第1コアメンバー12に埋設されている第1永久磁石30の断面円弧状の投影面積内に配置されている。

【0074】以上、本発明の代表的な各実施例について説明したが、本発明には次のような各種の変形例が含まれる。なお、これらの変形例においても、ステータコア17側は変更を要しないため、変形例の各図面にはロータコア10の概略的な平面図のみを示すことにする。

【0075】また、この変形例に係るロータコア10の各平面図は、第2コアメンバー14側から見た場合のも

のであり、したがって、第2コアメンバー14内の第2永久磁石を実線とし、第2コアメンバー14に対して紙面後方となる第1コアメンバー12内の第1永久磁石については鎖線で示している。

【0076】図17の第1変形例において、ロータコア10は上記第5実施例で説明した第1コアメンバー12と、上記第1実施例で説明した第2コアメンバー14とを同軸的に一体に接合したものである。

【0077】すなわち、第1コアメンバー12内には、断面円弧状のフェライト磁石からなる第1永久磁石30が、各磁極ごとにその凸面側をコアの中心方向に向けて配置されている。これに対して、第2コアメンバー14には、断面矩形状（平らな帯板状）の希土類磁石からなる第2永久磁石13が、各磁極ごとに、第2コアメンバー14の外周縁側において、同第2コアメンバー14の直径線と直交する方向に沿って配置されている。なお、図示されていないが、第2永久磁石13の両端側にはフラックスバリア孔がそれぞれ設けられている。

【0078】なお、図18に第2変形例として示されているように、上記第1変形例における断面円弧状のフェライト磁石からなる第1永久磁石30を、その凸面側がコアの外周縁に沿うように配置してもよい。

【0079】図19には、上記第5実施例で説明した第1コアメンバー12と、上記第2実施例で説明した第2コアメンバー14とを同軸的に一体に接合してなる第3変形例としてのロータコア10が示されている。

【0080】第1コアメンバー12については、上記第1変形例と同一であるため、その説明は省略する。第2コアメンバー14には、断面矩形状の希土類磁石からなる第2永久磁石18が、各磁極ごとに、第2コアメンバー14の内周縁側において、同第2コアメンバー14の直径線と直交する方向に沿って配置されている。また、第2永久磁石18の両端部には、磁極の境界に沿ってコア外周縁側に延びるスリット状のフラックスバリア孔20a、20bが形成されている。

【0081】図20には、上記第1実施例で説明した第1コアメンバー12と、上記第4実施例で説明した第2コアメンバー14とを同軸的に一体に接合してなる第4変形例としてのロータコア10が示されている。

【0082】すなわち、第1コアメンバー12には、断面扇状のフェライト磁石からなる第1永久磁石11が、各磁極ごとに設けられている。これに対して、第2コアメンバー14には、一つの磁極あたり2つの第2磁石片27a、27bが用いられている。この第2磁石片27a、27bはともに、断面矩形状で所定の板厚を有する帯板状の希土類磁石からなり、その各々が磁極の境界線に沿って配置されている。また、そのコア内径側端部間には、第2フラックスバリア孔29が形成されている。

【0083】図21は第5変形例で、上記第4実施例で説明した第1コアメンバー12と、上記第3実施例で説

明した第2コアメンバー14とを同軸的に一体に接合してなるロータコア10が示されている。

【0084】すなわち、第1コアメンバー12には、第1永久磁石として、一つの磁極あたり2つの磁石片24a、24bが用いられている。この磁石片24a、24bはともに、断面矩形状で所定の板厚を有する帯板状のフェライト磁石からなり、その各々が磁極の境界線に沿って配置されている。また、そのコア内径側端部間には、フラックスバリア孔26が形成されている。

【0085】これに対して、第2コアメンバー14には、第2永久磁石として、一つの磁極あたり2つの磁石片21a、21bが用いられている。磁石片21a、21bはともに、断面矩形状の希土類磁石からなり、それらの各一端側がロータコア10の中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置されている。また、図示されていないが、磁石片21a、21bのコア外周縁側に位置する各他端側には、フラックスバリア孔がそれぞれ形成されている。

【0086】図22は上記第5変形例で第1永久磁石として用いられている2つの磁石片24a、24bをさらに変形した第6変形例である。すなわち、第5変形例では、第1コアメンバー12側において、2つの磁石片24a、24bを磁極の境界線に沿って平行に配置しているが、この第1コアメンバー12側の2つの磁石片24a、24bを第2コアメンバー14側の2つの磁石片21a、21bと同じく、それらの各一端側がロータコア10の中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置するようにしてもよい。

【0087】なお、各変形例の図面からも分かるように、いずれの場合においても、第2コアメンバー14側の第2永久磁石の幅および長さは、第1コアメンバー12側の第1永久磁石よりも実質的に小さく、第2永久磁石が第1永久磁石の投影面積内に入るようにしている。

【0088】以上、本発明を具体的な実施例および変形例により詳細に説明したが、本発明はこれに限定されるものでなく、当業者にとって容易に考えられる均等物をも当然に含む。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、磁極が永久磁石により構成されたロータコアを回転磁界を発生するステータコア内に配置した永久磁石電動機において、第1コアメンバーと第2コアメンバーとを同軸的に一体に接合することによりロータコアを構成し、第1コアメンバー内に各磁極ごとに所定の断面形状を有する第1永久磁石（例えば、フェライト磁石）を埋設するとともに、第2コアメンバー内には磁石材料および断面形状がともに第1永久磁石と異なる第2永久磁石（例えば、希土類磁石）を各磁極ごとに埋設するようにしたことにより、その性能を、各磁極をフェライト磁石のみで構成した場合と各磁極を希土類磁石のみで構成した場合

の中間的な性能とすることができる。

【0090】また、ロータコアに対する第1コアメンバーと第2コアメンバーの構成比率を変えることにより、永久磁石電動機として、性能やサイズ、それにコストも用途により適したものが得られる。

【0091】第2コアメンバー側の第2永久磁石を、第1コアメンバー側から見て同第1コアメンバーに埋設されている第1永久磁石の断面形状の投影面積内に配置するようにしたことにより、第1コアメンバーと第2コアメンバーの接触面において、第1および第2永久磁石が互いに相手方のフラックスバリアとして作用し、磁束の短絡や漏洩を防止することができる。

【0092】第1コアメンバー側においては第1永久磁石を断面扇状とし、第2コアメンバー側においては第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片の各一端側をロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置するようにしたことにより、第2永久磁石としての2つの第2磁石片がステータコアからの磁束の磁路曲線に沿って配置されることになるため、その磁路の磁気抵抗を小さくすることができ、これによりリラクタンストルクを大きくすることができる。

【0093】第1コアメンバー側においては第1永久磁石として断面矩形状の2つの第1磁石片を用い、この2つの第1磁石片を磁極の境界線に沿って配置するとともに、第2コアメンバー側においても第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片を磁極の境界線に沿って配置するようにしたことにより、第1および第2コアメンバーの双方に対して、ステータコアからの磁束が入り込みやすくなり、すなわちステータコアから入り込む磁束に対する磁気抵抗を小さくし、これによりリラクタンストルクを大きくすることができる。

【0094】第1コアメンバー側においては第1永久磁石を断面円弧状とし、その凸面側をロータコアの中心側に向けて配置し、第2コアメンバー側においては第2永久磁石として断面矩形状の2つの第2磁石片を用い、この2つの第2磁石片の各一端側をロータコアの中心方向に向けて互いに近づくような角度をもって配置することによっても、上記と同様に、ステータコアから入り込む磁束に対する磁気抵抗を小さくして、リラクタンストルクを大きくすることができる。

【0095】第2コアメンバー側の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を、第1コアメンバー側の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔よりも寸法的に小さくして、第1コアメンバー側の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔の投影面積内に配置するようにしたことにより、ロータコアの製造に際しては、まず、ロータコアを構成するすべてのコア材（電磁鋼板）を対象として、第2コアメンバー用の永久磁石埋設孔およびフラッ

クスバリア孔を打ち抜き、しかる後、第1コアメンバー用の永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔については、その第1コアメンバーに必要とされる枚数分のコア材に対して、先に形成した第2コアメンバーの永久磁石埋設孔およびフラックスバリア孔を被せるように打ち抜けばよく、さほどコスト負担を招くことなく、能率的に電磁鋼板からなるコア積層体を得ることができる。

【0096】本発明の永久磁石電動機は、空気調和機のコンプレッサ駆動用ブラシレスDCモータに好適であり、これによればコストアップを伴うことなく空気調和機の性能アップを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示した概略的な平面図。

【図2】同第1実施例に適用されているロータコアのd軸に沿った断面図。

【図3】同ロータコアを構成する第1コアメンバーの平面図。

【図4】同ロータコアを構成する第2コアメンバーの平面図。

【図5】本発明の第2実施例を示した概略的な平面図。

【図6】同第2実施例に適用されているロータコアのd軸に沿った断面図。

【図7】同ロータコアを構成する第2コアメンバーの平面図。

【図8】本発明の第3実施例を示した概略的な平面図。

【図9】同第3実施例に適用されているロータコアのd軸に沿った断面図。

【図10】同ロータコアを構成する第2コアメンバーの平面図。

【図11】本発明の第4実施例を示した概略的な平面図。

【図12】同第4実施例に適用されているロータコアを構成する第1コアメンバーの平面図。

【図13】同ロータコアを構成する第2コアメンバーの平面図。

【図14】本発明の第5実施例を示した概略的な平面図。

【図15】同第4実施例に適用されているロータコアを構成する第1コアメンバーの平面図。

【図16】同ロータコアを構成する第2コアメンバーの平面図。

【図17】ロータコアの第1変形例を示した平面図。

【図18】ロータコアの第2変形例を示した平面図。

【図19】ロータコアの第3変形例を示した平面図。

【図20】ロータコアの第4変形例を示した平面図。

【図21】ロータコアの第5変形例を示した平面図。

【図22】ロータコアの第6変形例を示した平面図。

【図23】従来例を示した概略的な平面図。

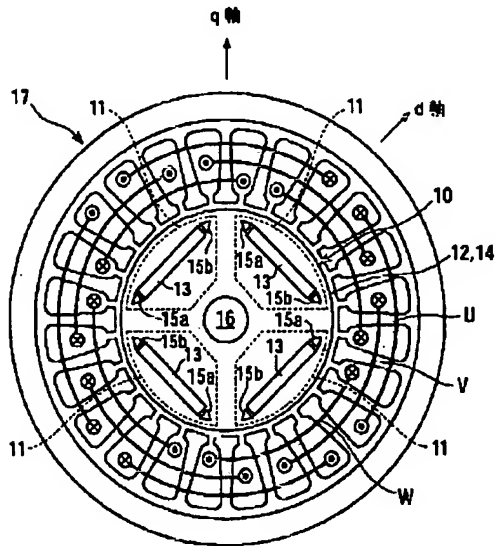
【図24】従来例を示した概略的な平面図。

【符号の説明】

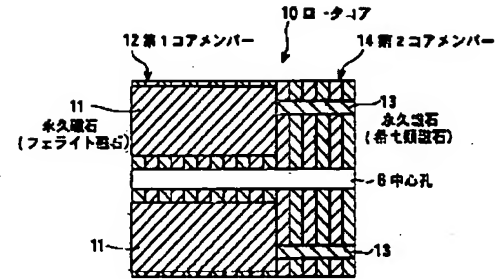
10 ロータコア  
 11, 24a, 24b, 30 第1永久磁石 (フェライト磁石)  
 12 第1コアメンバー  
 13, 18, 21a, 21b, 27a, 27b, 32a, 32b 第1永久磁石 (希土類磁石)

14 第2コアメンバー  
 15a, 15b, 20a, 20b, 23a, 23b, 26, 29, 34a, 34b フラックスバリア孔  
 16 中心孔  
 17 ステータコア

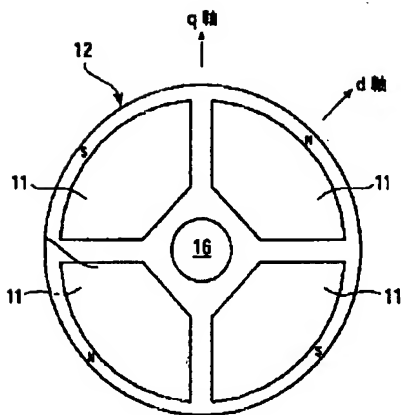
【図1】



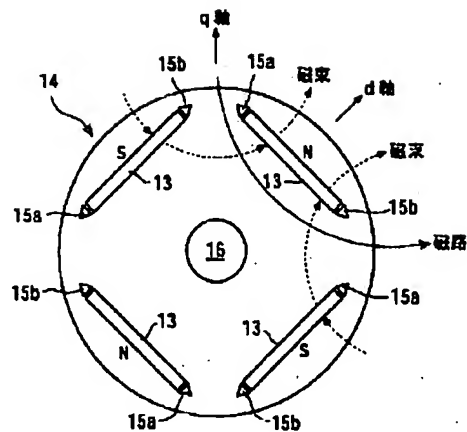
【図2】



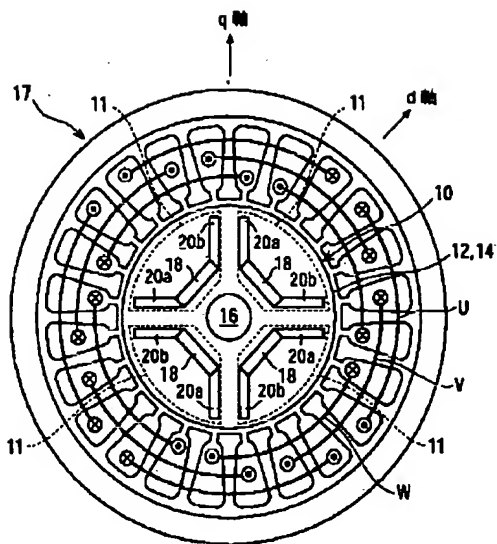
【図3】



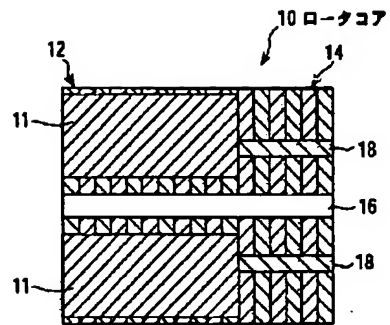
【図4】



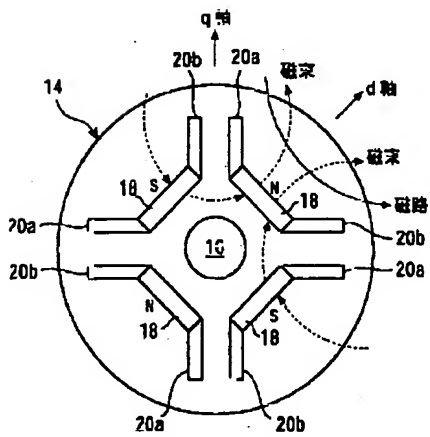
【図5】



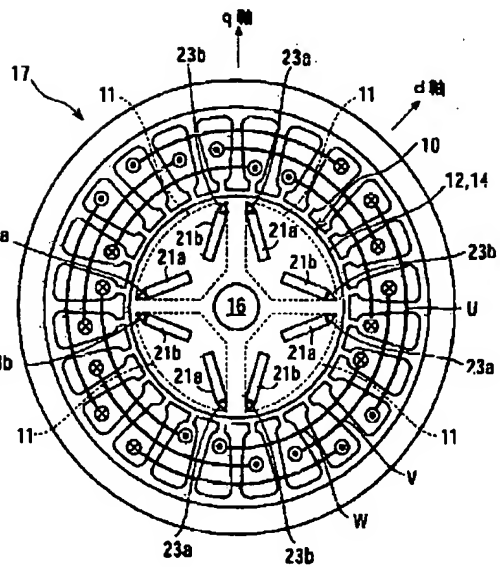
【図6】



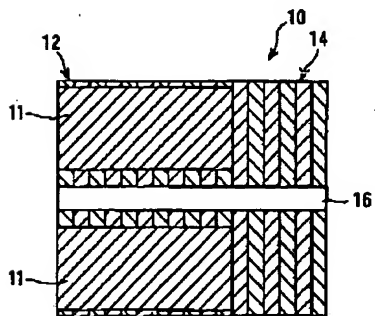
【図7】



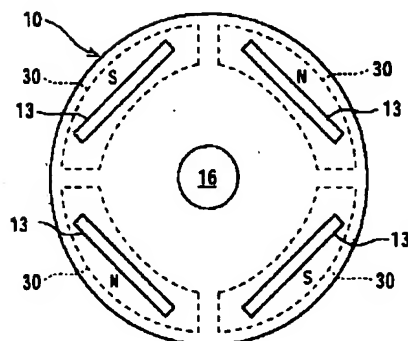
【図8】



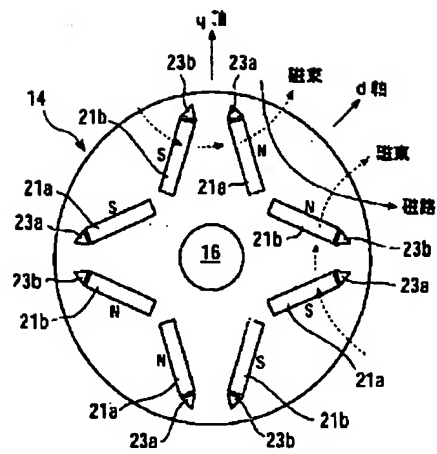
【図9】



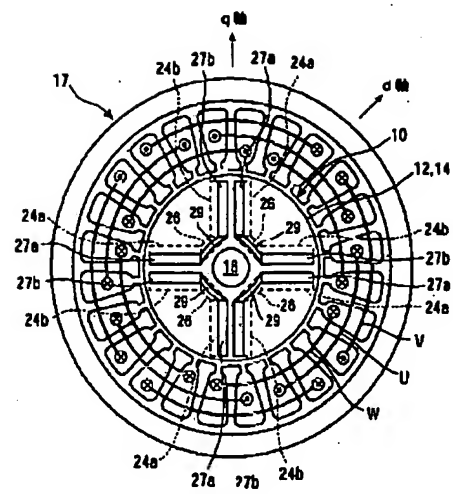
【図18】



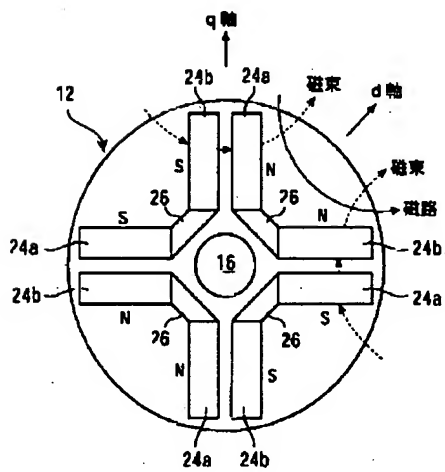
【図10】



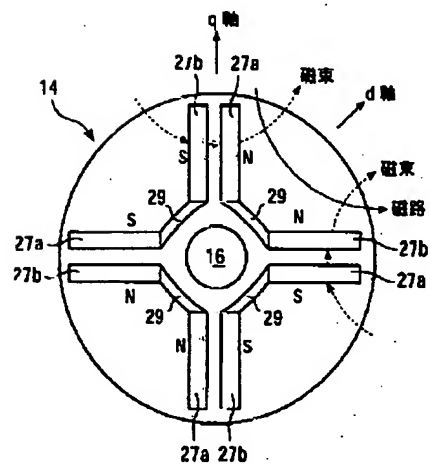
【図11】



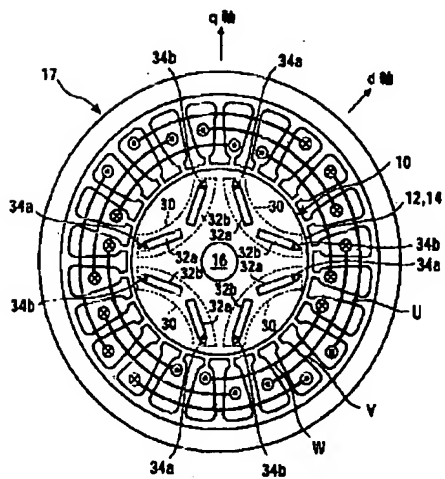
【図12】



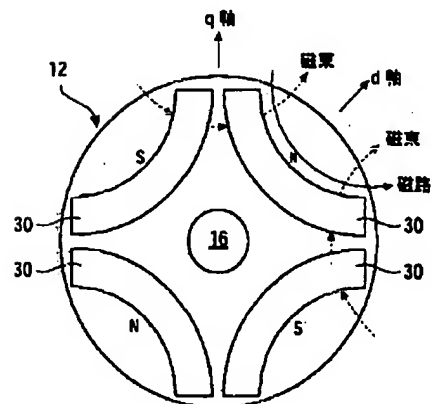
【図13】



【図14】



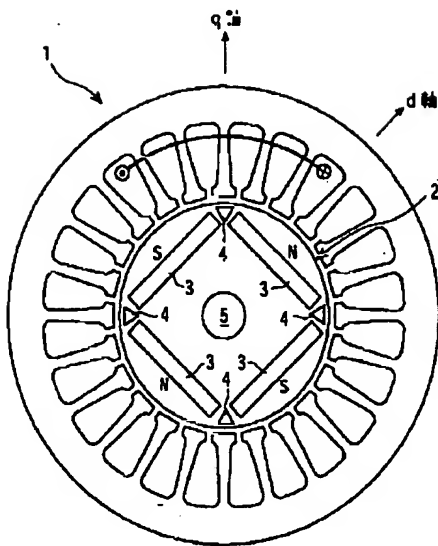
【図15】



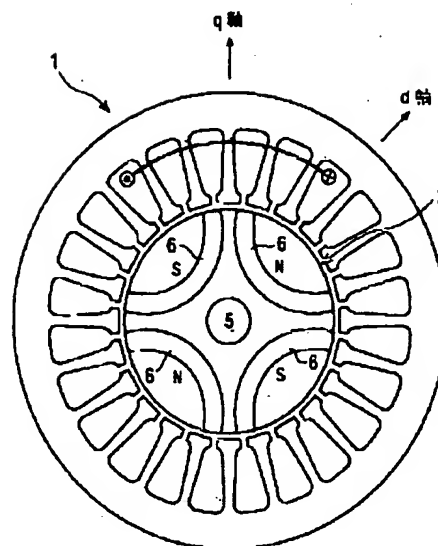




【図23】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 河合 裕司  
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内  
(72)発明者 相馬 裕治  
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内

(72)発明者 河西 宏治  
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内  
(72)発明者 福田 好史  
神奈川県川崎市高津区末長1116番地 株式  
会社富士通ゼネラル内